

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-057963

(43)Date of publication of application : 22.02.2002

(51)Int.Cl.

H04N 5/74  
G03B 21/10

(21)Application number : 2000-242259

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 10.08.2000

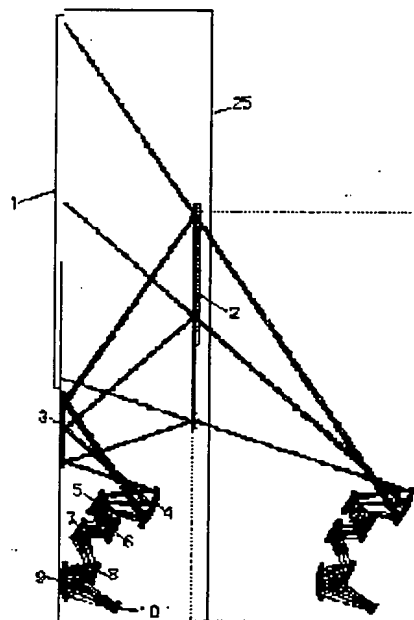
(72)Inventor : KUREMATSU KATSUMI  
SUNAGA TOSHIHIRO

## (54) DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a display device that can attain a sufficient luminous flux capturing angle from an image display means, enhance the image forming performance and realize an ultra-low profile with a large screen having high quality and high definition.

SOLUTION: In the display device that obliquely projects light from the image display means via a projection optical system, the projection optical system is provided with aspheric curved face mirrors so as to project an image without causing distortion ( $\leq 1.2\%$  distortion).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-57963

(P2002-57963A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002. 2. 22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

マークシート (参考)

H 0 4 N 5/74

H 0 4 N 5/74

A 5 C 0 5 8

G 0 3 B 21/10

G 0 3 B 21/10

C

Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-242259 (P2000-242259)

(22) 出願日 平成12年8月10日 (2000. 8. 10)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 樽松 克己

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 須永 敏弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

Fターム (参考) 5C058 AA06 AA18 BA35 EA01 EA13

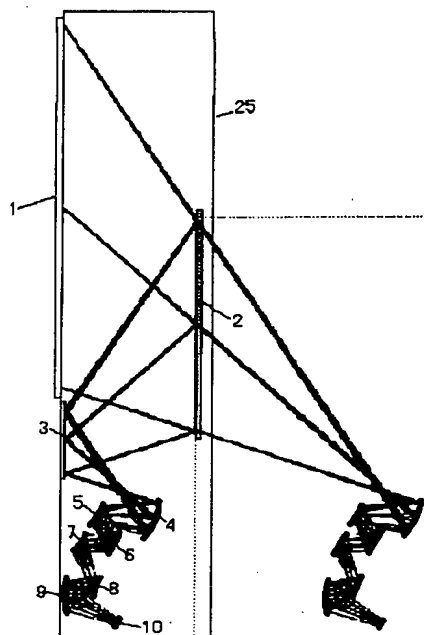
EA26 EA27 EA36 EA42

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 画像表示手段からの十分な光束取り込み角と、結像性能の向上を図ることができ、高品位・高精細の大画面による超薄型化が可能な表示装置を提供する。

【解決手段】 画像表示手段からの光を投影光学系を介して斜め投影する表示装置において、前記投影光学系が、複数の非球面の曲面ミラーを備え、歪みを生じることなく (ディストーション1. 2%以下) 像を投影するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】画像表示手段からの光を投影光学系を介して斜め投影する表示装置において、

前記投影光学系が、複数の非球面の曲面ミラーを備え、歪みを生じることなく（ディストーション1.2%以下）像を投影することを特徴とする表示装置。

【請求項2】前記曲面ミラーが、少なくとも6枚の非球面の曲面ミラーで構成されていることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】前記投影光学系は少なくとも1枚の平面ミラーを有することを特徴とする請求項2に記載の表示装置。

【請求項4】前記平面ミラーの少なくとも一枚が、スクリーンと平行に配置されていることを特徴とする請求項3に記載の表示装置。

【請求項5】前記スクリーンと平行に配置されている1枚の平面ミラーを備え、前記複数の曲面ミラーのうち前記画像表示手段からの出射光が最初に入射する曲面ミラーの前記画像表示手段側に開口絞りを設けたことを特徴とする請求項2に記載の表示装置。

【請求項6】前記投影光学系は、前記スクリーンと平行に配置されている2枚または3枚以上の平面ミラーと、開口絞りとを有することを特徴とする請求項2に記載の表示装置。

【請求項7】前記出射光を受けるスクリーンを有し、該スクリーンは同じ構造の偏心フレネルを少なくとも2枚重ねて用いた構成を有していることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の表示装置。

【請求項8】前記出射光を背面からスクリーンに投影することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の表示装置。

【請求項9】請求項1～8のいずれか1項に記載の表示装置と該表示装置に画像情報を入力する演算装置（コンピューター）とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】画像表示手段からの光を斜め投影するための投影光学系であって、複数の非球面の曲面ミラーを

備え、歪みを生じることなく（ディストーション1.2%以下）像を投影することを特徴とする投影光学系。

【請求項11】画像表示手段からの光を投影光学系を介して斜め投影する表示装置において、

前記投影光学系が、複数の非球面の曲面ミラーと、少なくとも1枚の平面ミラーを備え、該平面ミラーの少なくとも一枚が、スクリーンと平行に配置され、歪みを生じることなく像を投影することを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、斜め投射型の表示装置に関し、特に斜め投射により装置の超薄型化を図ったリアプロジェクション表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の装置としては例えばWO97/01787号等が開示されている。その投影光学系構成を図6に示す。この図6に示された従来技術は、3～4枚の共軸非球面反射ミラーと、1枚の垂直配置平面ミラーにて、スクリーンに対し画像表示パネルの画像を台形歪み無く斜め投影するように構成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例においては、その実施例をトレースして検討した結果、画像表示パネルから出射する光束の取り込み角（FNOに対応）と結像性能（特にディストーション）とが、トレードオフになり、十分な光学性能を得ることが困難であることが判明した。

【0004】その1例として、3枚曲面反射ミラー&1枚平面ミラー構成でのトレース検討の結果を、表1のミラーデータと図6の光線追跡図に示す。このトレース検討においては、投影FNO=6.0にて、投影像最大歪みが1.1%、投影像平均MTF（於1LP/mm）は30%であった。尚、この際の画像表示パネル表示サイズは対角34mm、アスペクト16:9、スクリーン上拡大表示サイズは対角60"（1524mm）とした。

## 【0005】

## 【表1】

|        |             |               |              |               |
|--------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| FNO    | 6.0         |               |              |               |
| 倍率     | 44.4        |               |              |               |
| 反射面 NO | r(曲率径[mm])  | d(間隔[mm])     | K(円錐定数)      |               |
| パネル面   | infinity    | 215.65        |              |               |
| 1      | 251.360     | -281.88       | 0            |               |
| 2      | 434.812     | 238.00        | 9.957637     |               |
| 3      | -146.786    | -238.0        | -6.882988    |               |
| 平面鏡    | infinity    | 295.00        | 0            |               |
| スクリーン  | infinity    |               |              |               |
| 反射面 NO | A(非球面係数)    | B(非球面係数)      | C(非球面係数)     | D(非球面係数)      |
| 1      | 0           | 0             | 0            | 0             |
| 2      | 0.171926E-6 | -0.469882E-10 | 0.135238E-13 | -0.158164E-17 |
| 3      | 0.519197E-8 | -0.112461E-12 | 0.210605E-17 | -0.172466E-22 |

尚、上記表1のデータで面間隔dは画像表示パネルからの光束が曲面反射ミラーにて反射してその伝播方向を反転する毎に、その符号も反転させている。また曲率径rは+が凹面、-が凸面であることを表している。

【0006】本発明においては、上記した課題を解決し、画像表示手段からの十分な光束取り込み角と、結像性能の向上を図ることができ、高品位・高精細の大画面による超薄型化が可能な表示装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するために、つぎの(1)～(11)のように構成した表示装置を提供するものである。

(1) 画像表示手段からの光を投影光学系を介して斜め投影する表示装置において、前記投影光学系が、複数の非球面の曲面ミラーを備え、歪みを生じることなく（ディストーション1.2%以下）像を投影することを特徴とする表示装置。

(2) 前記曲面ミラーが、少なくとも6枚の非球面の曲面ミラーで構成されていることを特徴とする上記(1)に記載の表示装置。

(3) 前記投影光学系は少なくとも1枚の平面ミラーを有することを特徴とする上記(2)に記載の表示装置。

(4) 前記平面ミラーの少なくとも一枚が、スクリーンと平行に配置されていることを特徴とする上記(3)に記載の表示装置。

(5) 前記スクリーンと平行に配置されている1枚の平面ミラーを備え、前記複数の曲面ミラーのうち前記画像表示手段からの出射光が最初に入射する曲面ミラーの前記画像表示手段側に開口絞りを設けたことを特徴とする上記(2)に記載の表示装置。

(6) 前記投影光学系は、前記スクリーンと平行に配置されている2枚または3枚以上の平面ミラーと、開口絞りとを有することを特徴とする上記(2)に記載の表示

装置。

(7) 前記出射光を受けるスクリーンを有し、該スクリーンは同じ構造の偏心フレネルを少なくとも2枚重ねて用いた構成を有していることを特徴とする上記(1)～(6)のいずれかに記載の表示装置。

(8) 前記出射光を背面からスクリーンに投影することを特徴とする上記(1)～(7)のいずれかに記載の表示装置。

(9) 上記(1)～(8)のいずれかに記載の表示装置と該表示装置に画像情報を入力する演算装置（コンピューター）とを有することを特徴とする画像処理装置。

(10) 画像表示手段からの光を斜め投影するための投影光学系であって、複数の非球面の曲面ミラーを備え、歪みを生じることなく（ディストーション1.2%以下）像を投影することを特徴とする投影光学系。

(11) 画像表示手段からの光を投影光学系を介して斜め投影する表示装置において、前記投影光学系が、複数の非球面の曲面ミラーと、少なくとも1枚の平面ミラーを備え、該平面ミラーの少なくとも一枚が、スクリーンと平行に配置され、歪みを生じることなく像を投影することを特徴とする表示装置。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態においては、上記構成を適用して、自由曲面ミラーを6枚以上利用した投影系を構成することにより、画像表示パネルからの十分な光束取り込み角と結像性能向上の両立を図ることが可能となる。そして、これによって、超薄型での高品位・高精細・大画面のリアプロジェクション表示が可能となる。

【0009】

【実施例】以下に、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】図1に本発明における実施例1の薄型リアプロジェクション表示装置の断面構成図を示す。同図において1は斜入射用スクリーン、2、3はAL蒸着平面

ミラー、4、5、6、7、8、9はAL蒸着自由曲面ミラーで回転非対称な非球面曲面ミラーである。10は液晶表示デバイス、25は外装である。また矩形の破線で囲まれた部分は本発明の基本である斜め入射投影系の理解を容易にするために加筆した部分であり、平面ミラー2、3を外した場合に想定される投影想像図である。

【0010】図1には特に上記以外の部品は記載されていないが、液晶表示デバイス10は不図示の照明系により後ろから照明され、該液晶表示デバイス10前面から出射される画像光は自由曲面ミラー9に向かう。また自由曲面ミラー群4、5、6、7、8、9は後に詳述するが、図中の光線線図で図示されるように、光線が順次各面によって反射されながら進んで行き、最後にミラー4の反射にて光束を平面ミラー3に向けて出射する。この際、各面の光線反射角変調作用の合成による、つまりこれら6面の総合作用による結像作用を有している。

【0011】この結像作用は、液晶パネル10の矩形画像面を光軸に対して斜めに配置されている（光軸入射角 $42^\circ$ ）スクリーン1上に歪み無く拡大矩形投影するものである。従って、自由曲面ミラー4から出射された光束は図示のごとくまずスクリーン下に位置する平面ミラー3にて反射され、その反射光束は装置後ろ上側に位置する平面ミラー2にて前上側にさらに反射され、その後、斜め下方向から斜め上方向に向かってスクリーン1を照らす。つまり画像光は最終的に該スクリーン1に斜め投影される。

【0012】尚、ここでの平面ミラー2、3はスクリーン1と共に各面がお互いに平行かつ鉛直になるように配置されている。このようにレイアウトされることにより、リアプロジェクションを構成する場合に、その奥行きを大幅に薄くすることが可能になる。因みに、本例によれば、9:16横長対角60"表示画面で奥行き30cmが可能になると見込まれる。

【0013】ここまで全体的な構成およびメカニズムを説明してきたが、次に自由曲面ミラー群4、5、6、7、8、9と開口11からなる投影系について説明する。図2に該投影系の拡大断面図を示す。また、下記表2に該投影系の光学データ（各面面間隔、各面チルト

角、各面面定義等）を示す。尚、本例での液晶パネル表示サイズは対角27mm&アスペクト比16:9、スクリーン上拡大表示サイズは対角60"（1524mm）&アスペクト比16:9である。ここでの座標系については、各面のローカル座標を各面（この場合自由曲面反射面）の定義に用いた。

【0014】まず液晶パネル10の中心を最初の原点とし、ここを通る法線を液晶面を定義する最初の光軸兼z軸（ローカルz軸）とし、ここから光の出射する向きをz軸+方向とした。また、ここでのy軸はこのz軸に垂直な図中紙面上方向を+とする軸、x軸はこのz&y軸に垂直な図中手前方向を+とする軸とした。次に各反射面の座標はここから該z軸（光軸）にそって面間隔d

[mm]離れた点を次のローカル原点とし、チルト角を有する場合には前x軸を回転軸として+y軸方向が+z次軸方向（光軸方向）に近づくようにチルトする方向を+として、チルト後の各x y z軸を該反射面を定義するローカル座標とした。これら各反射面の自由曲面形状についてはx y 多項式により定義し、その定義式は

$$z = C_4 x^2 + C_6 y^2 + C_8 x^2 y + C_{10} y^3 + C_{11} x^4 + C_{13} x^2 y^2 + C_{15} y^4 + C_{17} x^4 y + C_{19} x^2 y^3 + C_{21} y^5 + C_{22} x^6 + C_{24} x^4 y^2 + C_{26} x^2 y^4 + C_{28} y^6$$

とした。この上式中の各 $C_n$ 係数値等を各反射面データとして下記表2に示している。

【0015】なお、該反射面にて反射された後の座標系については、次のローカル座標系のz軸極性が光の進行方向に対して反転するものとし、それ以外は前述の座標定義に準拠している。したがって、本件においては該ローカル座標系の定義は反射毎にz軸（光軸）極性が反転し、面間隔dの符号とチルト角の符号が反射毎に反転している。このトータル6面の自由曲面ミラー面から成る投影系は成型&AL蒸着にて形成された自由曲面ミラーを不図示のダイキャストフレームにて保持することにより、表2に示した光学データに則るように配置されるものである。

【0016】

【表2】

| FNO   | 3.5 (開口サイズによるとの関係による) |  |                 |                 |                 |
|-------|-----------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 倍率    | 56.4                  |  |                 |                 |                 |
| 面     | d [mm](面間隔)           | チルト角[°] (回転軸はx軸/+y方向がz軸+方向に回転するチルト方向を+とする) |                 |                 |                 |
| 液晶面   | 120.355               | 0  |                 |                 |                 |
| 第9面   | -62.000               | 24.10                                      |                 |                 |                 |
| 第8面   | 20.000                | -45.00                                     |                 |                 |                 |
| 開口    | 66.054                | 0  |                 |                 |                 |
| 第7面   | -65.000               | 36.37                                      |                 |                 |                 |
| 第6面   | 60.952                | -32.48                                     |                 |                 |                 |
| 第5面   | -112.928              | 30.00                                      |                 |                 |                 |
| 第4面   | 95.1499               | -20.49                                     |                 |                 |                 |
| 平面鏡3  | -295.000              | 42.00                                      |                 |                 |                 |
| 平面鏡2  | 295.000               | -42.00                                     |                 |                 |                 |
| スクリーン |                       | 42.00                                      |                 |                 |                 |
| 反射面   | C <sub>4</sub>        | C <sub>5</sub>                             | C <sub>6</sub>  | C <sub>10</sub> |                 |
| 第9面   | -4.5884E-3            | -3.4275E-3                                 | 2.5854E-6       | 4.3012E-7       |                 |
| 第8面   | -5.4838E-3            | -1.7940E-3                                 | 7.3906E-5       | 5.1839E-6       |                 |
| 第7面   | 4.1171E-4             | -4.4187E-4                                 | 5.6620E-5       | -1.6014E-5      |                 |
| 第6面   | 2.2449E-3             | 1.2939E-3                                  | 4.6241E-5       | -1.2609E-5      |                 |
| 第5面   | 1.1310E-3             | 2.5863E-3                                  | 3.7000E-5       | 5.9829E-6       |                 |
| 第4面   | 5.3472E-3             | 3.7596E-3                                  | -2.3969E-5      | -1.6790E-5      |                 |
| 反射面   | C <sub>11</sub>       | C <sub>13</sub>                            | C <sub>15</sub> | C <sub>17</sub> | C <sub>19</sub> |
| 第9面   | -1.1349E-7            | -1.7316E-7                                 | -7.1215E-8      | 2.4169E-10      | 6.9478E-11      |
| 第8面   | -4.9216E-7            | -8.7895E-7                                 | -2.0548E-7      | 1.6790E-8       | 1.4899E-8       |
| 第7面   | 5.3979E-7             | -5.5956E-8                                 | 1.1600E-7       | 1.3042E-8       | 5.6446E-9       |
| 第6面   | 1.2510E-7             | -4.2937E-8                                 | 1.1542E-7       | 9.0994E-10      | 6.9117E-10      |
| 第5面   | -4.4928E-8            | -3.4118E-7                                 | 4.7489E-7       | -3.8844E-10     | -5.7955E-9      |
| 第4面   | -5.0709E-8            | 2.0786E-7                                  | 1.9881E-7       | 5.2909E-10      | -9.6599E-10     |
| 反射面   | C <sub>21</sub>       | C <sub>22</sub>                            | C <sub>24</sub> | C <sub>25</sub> | C <sub>28</sub> |
| 第9面   | -1.7555E-10           | -6.7660E-12                                | -1.4753E-11     | -1.0332E-11     | -4.3099E-12     |
| 第8面   | 1.2259E-9             | 8.0779E-11                                 | -3.3503E-10     | -1.0214E-10     | -1.5825E-11     |
| 第7面   | -7.856E-10            | 6.2334E-11                                 | 2.3367E-10      | -2.3841E-11     | 5.1577E-12      |
| 第6面   | 3.4598E-10            | -3.3328E-12                                | 5.0336E-12      | -9.1553E-12     | -5.3798E-13     |
| 第5面   | 3.5909E-9             | -5.4674E-12                                | -5.8379E-11     | -1.4892E-10     | 1.4863E-10      |
| 第4面   | -1.6141E-9            | 1.0377E-11                                 | -4.8012E-12     | 4.5601E-12      | 8.8339E-12      |

この投影系により達成された光学スペックについては、スクリーンへの入射角が42°とかなり厳しい斜入射であるにも拘わらず、ディストーション0.5%以下、平均MTF80%(於1LP/mm)、FNO:3.5、明るさムラ20%以下となった。つまり十分な光束取り込み角(FNO:3.5)と結像性能が得られ、所謂ハイビジョンレベルの高解像高品位画像投影にも適用できるレベルのものであった。

【0017】また、スクリーン1については本例では斜入射用のものを用いており、その断面構成を図3に示す。該スクリーンは3枚の部材から構成されており、入

射側から順に、偏心フレネル12、偏心フレネル13、レンチキュラー14の3枚を重ねて構成している。ここで偏心フレネル12と13は全く同じ仕様のものを2枚用いている(1枚のみでのこのような厳しい斜入射対応はプリズム加工上不可能なため)。図中の矢印細線で示したように、この2枚の偏心フレネルの集光効果により裏側から斜め入射した投影光は全面に亘って正面方向に出射する(言い換えればこのような光屈折効果が得られるように偏心フレネルのパワーと偏心量を設定している)。さらにこの際、投影光はレンチキュラー14により水平方向(該図では垂直方向)に発散し、表の視聴側

から広い視野に亘って均一な明るさの投影像が観察されることになる。この偏心フレネル板については一般的な同心円フレネルの中心から所定距離オフセットした位置にて切り出すことにより、偏心フレネルを形成することができる。

【0018】このように本例によればFNO: 3.5という十分な光束取り込み角と前述の如き優れた結像性能が得られているが、自由曲面の枚数を4~5面と減らした場合には、MTFまたはディストーション等何らかの光学パラメータに不具合が生じてしまい、我々の検討においては今までのところ良い結果は得られていない。これは斜入射という厳しい条件にても所望の光学性能を得ようとするとはやはりそれなりの変数パラメーター絶対数が必要になるためと推測される。

【0019】ところで、以上説明した本例の構成はあくまで1つの実施例であり、様々にアレンジすることが可能である。例えば本例では、投影系として自由曲面ミラーを6面用いたが、7面以上用いても差し支えはない。また表示デバイスとしては液晶パネルを用いたが、これに限定される訳ではなく、DMD等の反射型デバイス又は有機EL表示デバイス等を利用して同様に薄型のリアプロジェクション表示装置を構成することができる。さらにスクリーン構成についても、レンチキュラーに替えて拡散板、偏心フレネル板に替えてリニアフレネル板、またはホログラム板ないしはホログラムシート等を用いることも可能である。

【0020】〔実施例2〕図4に本発明における実施例2の薄型リアプロジェクション表示装置の断面構成図を示す。同図において23は斜入射用スクリーン、24はAL蒸着平面ミラー、15、16、17、18、19、20はAL蒸着自由曲面ミラー、21はDMD表示デバイス、26は外装である。尚、DMD表示デバイスについては登録No. 2664300、2978224、2978285等の特許にて広く知られているものである。

【0021】図4には特に上記以外の部品は記載されていないが、DMD表示デバイス21は不図示の照明系により上側から照明され、該DMD表示デバイス21から反射される画像光は自由曲面ミラー20に向かう。また自由曲面ミラー群15、16、17、18、19、20は前例と同様に、図中の光線線図で図示されるように光線が順次各面によって反射されながら進んで行き、最後にミラー20の反射にて光束を平面ミラー24に向けて出射する。この際、各面の光線反射角変調作用の合成による、つまりこれら6面の総合作用による結像作用を有している。

【0022】この結像作用はDMDパネル21の矩形画像面を光軸に対して斜めに配置されている（光軸入射角40.3°）スクリーン23上に歪み無く拡大矩形投影するものである。従って、自由曲面ミラー20から出射

された光束は図示のごとくスクリーン奥つまり装置後ろ側に位置するミラー24にて反射され、その後、斜め下方向から斜め上方向に向かってスクリーン23を照らす。つまり画像光は該スクリーン23に下から斜め投影される。

【0023】尚、ここでの平面ミラー24はスクリーン23に平行かつ鉛直になるように配置されている。このようにレイアウトされることにより、前例と同様に、リアプロジェクションを構成する場合に、その奥行きを大幅に薄くすることが可能になる。因みに、本例の場合は、5:3横長対角60°表示画面で奥行き30cmが可能になると見込まれる。さらに本例では平面ミラーは1枚のみであり、自由曲面ミラー群15、16、17、18、19、20の並びが該リアプロジェクション装置の水平方向に伸びたレイアウトとなっているため、装置の全高を前例に比べてより低く構成することが可能になり、上記スクリーンサイズにても全高110cm以下が見込まれる。

【0024】ここまで全体的な構成およびメカニズムを説明してきたが、次に自由曲面ミラー群15、16、17、18、19、20と開口22からなる投影系について説明する。図4に該投影系の拡大断面図を示す。また、下記表3に該投影系の光学データ（各面面間隔、各面チルト角、各面面定義等）を示す。尚、本例でのDMDパネル表示サイズは対角21mm&アスペクト比5:3、スクリーン上拡大表示サイズもアスペクト比5:3の対角60°（1524mm）である。ここでの座標系については、各面のローカル座標を各面（この場合自由曲面反射面）の定義に用いた。

【0025】まずDMDパネル21の中心を最初の原点とし、ここと開口22の中心を結ぶ直線を最初の光軸兼z軸（ローカルz軸）とし、さらにここから光の出射する向きを該z軸（光軸）の+方向とした。また、ここでのy軸はz軸に垂直な図中紙面左方向を+とする軸、x軸はこの両z&y軸に垂直な図中手前方向を+とする軸とした。次に各反射面の座標は前例と同様に、ここから該z軸（光軸）にそって面間隔d[mm]離れた点を次のローカル原点とし、チルト角を有する場合には前x軸を回転軸として+y軸方向が+z次軸方向（光軸方向）に近づくようにチルトする方向を+として、チルト後の各xyz軸を該反射面を定義するローカル座標とした。因みに本例ではDMD自体も+38.017°チルトしている。また、これら反射面の自由曲面形状については前例と同様にxy多項式により定義し、その定義式は
$$z = C_4x^2 + C_6y^2 + C_8x^2y + C_{10}y^3 + C_{11}x^4 + C_{13}x^2y^2 + C_{15}y^4 + C_{17}x^4y + C_{19}x^2y^3 + C_{21}y^5 + C_{22}x^6 + C_{24}x^4y^2 + C_{26}x^2y^4 + C_{28}y^6$$
とした。この上式中の各 $C_n$ 係数値等を反射面データとして下記表3に示している。

【0026】なお、該反射面にて反射された後の座標系



については、次のローカル座標系の $z$ 軸極性が光の進行方向に対して反転するものとし、それ以外は前述の座標定義に準拠している。したがって、本件においては該ローカル座標系の定義は反射毎に $z$ 軸（光軸）極性が反転し、面間隔 $d$ の符号とチルト角の符号が反射毎に反転している。このトータル6面の自由曲面から成る投影系は

前例と同様に成型&AL蒸着にて形成された自由曲面ミラーを不図示のダイキャストフレームにて保持することにより、表3に示した光学データに則るように配置されるものである。

【0027】

【表3】

| FNO   | 4.6 (開口サイズによる)  |  |                 |                 |                 |
|-------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 倍率    | 72.5            |  |                 |                 |                 |
| 面     | d[mm](面間隔)      | チルト角[°] (回転軸は $x$ 軸/ $+y$ 方向が $z$ 軸 $+方向$ に回転するチルト方向を $+$ とする) |                 |                 |                 |
| DMD面  | 83.000          | 38.017   |                 |                 |                 |
| 開口    | 15.836          | 0.000  |                 |                 |                 |
| 第20面  | -43.930         | 38.603   |                 |                 |                 |
| 第19面  | 44.627          | -43.151  |                 |                 |                 |
| 第18面  | -73.116         | 56.766   |                 |                 |                 |
| 第17面  | 60.558          | -31.851  |                 |                 |                 |
| 第16面  | -100.042        | 35.889   |                 |                 |                 |
| 第15面  | 354.000         | -21.999  |                 |                 |                 |
| 平面鏡   | -354.000        | 40.30  |                 |                 |                 |
| スクリーン |                 | -40.30   |                 |                 |                 |
| 反射面   | C <sub>4</sub>  | C <sub>6</sub>   | C <sub>8</sub>  | C <sub>10</sub> |                 |
| 第20面  | -5.5542E-3      | -3.8935E-3   | -1.8045E-5      | -6.4231E-6      |                 |
| 第19面  | -1.7045E-3      | -1.3621E-3   | -1.1014E-4      | -3.6759E-5      |                 |
| 第18面  | 5.4890E-3       | 2.1130E-3  | -5.4810E-5      | 3.9701E-5       |                 |
| 第17面  | 4.5864E-3       | 1.8464E-3  | -8.1612E-6      | 2.6422E-6       |                 |
| 第16面  | 9.6278E-3       | 1.5852E-3  | 1.9096E-5       | -2.5710E-5      |                 |
| 第15面  | 7.8106E-3       | 4.3619E-3  | 3.3695E-5       | 1.7541E-5       |                 |
| 反射面   | C <sub>11</sub> | C <sub>13</sub>  | C <sub>15</sub> | C <sub>17</sub> | C <sub>19</sub> |
| 第20面  | -2.1321E-7      | -4.7665E-7   | -1.7739E-7      | -3.2345E-9      | -1.5098E-9      |
| 第19面  | -9.5505E-7      | -2.9033E-6   | -1.3288E-6      | -5.8551E-8      | -1.0072E-7      |
| 第18面  | -3.3133E-7      | 7.0577E-8  | 3.0403E-7       | -9.4654E-9      | -3.6720E-8      |
| 第17面  | -7.9480E-8      | 4.0016E-7  | 1.6277E-7       | -2.0123E-9      | 1.4100E-9       |
| 第16面  | -6.4138E-6      | 3.7365E-6  | 6.6103E-7       | 1.3636E-9       | 5.1520E-8       |
| 第15面  | 1.6671E-7       | 1.7313E-8  | 1.3574E-7       | 1.1791E-9       | -4.6506E-9      |
| 反射面   | C <sub>21</sub> | C <sub>22</sub>  | C <sub>24</sub> | C <sub>26</sub> | C <sub>28</sub> |
| 第20面  | -5.4541E-10     | 2.6900E-12   | -6.3213E-11     | 9.0113E-12      | 2.2693E-12      |
| 第19面  | -3.3646E-8      | 2.0071E-11   | -2.2254E-9      | -2.1570E-9      | -4.8443E-10     |
| 第18面  | -3.7392E-9      | 8.8691E-10   | 8.4074E-10      | -2.4130E-10     | 1.8190E-11      |
| 第17面  | -5.0361E-9      | -2.0956E-11  | 4.4791E-11      | -1.4289E-10     | -4.3554E-11     |
| 第16面  | 3.3848E-11      | 2.5347E-9  | -1.6434E-9      | -1.8916E-9      | -3.7693E-10     |
| 第15面  | 1.7954E-9       | 8.8106E-12   | 1.7533E-11      | -2.2737E-11     | 2.1279E-11      |

この投影系により達成された光学スペックについては、スクリーンへの入射角が40.3°とかなり厳しい斜入射であるにも拘わらず、ディストーション1.2%以下、平均MTF40%(於1lp/mm)、FNO:4.6、明るさムラ20%以下であった。つまりDMDパネル応用としては十分な光束取り込み角(FNO:4.6)と結像性能が得られ、前例同様、DTV等の高

品位画像投影にも適用できるレベルのものとなった。厳密には本例では、光学性能は前例に比べ若干後退した結果になったものの、装置の全高をより低くできるというメリットを有することが可能になっている。また、スクリーン1については前例と同様の物を用いている。

【0028】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれ

ば、画像表示パネルからの光束取り込み角向上と結像性能向上との両立を図ることができ、高画質と超薄型の大画面表示装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における実施例1の薄型リアプロジェクション表示装置の断面構成図。

【図2】本発明における実施例1の薄型リアプロジェクション表示装置の投影系拡大断面構成図。

【図3】本発明における実施例1の斜入射用スクリーンの断面構成図。

【図4】本発明における実施例2の薄型リアプロジェクション表示装置の断面構成図。

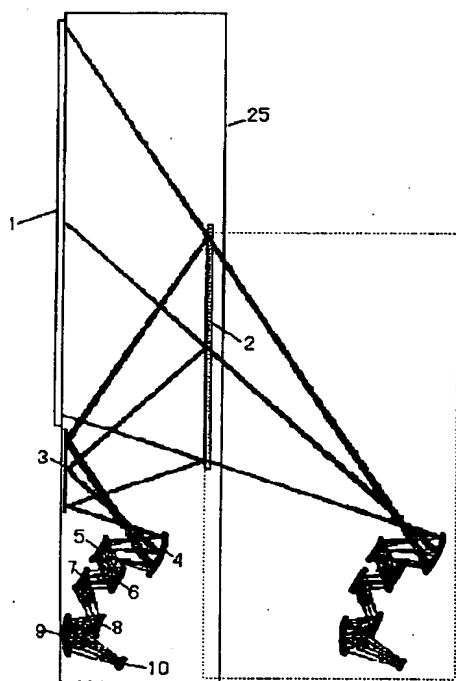
【図5】本発明における実施例2の薄型リアプロジェクション表示装置の投影系拡大断面構成図。

【図6】従来の薄型リアプロジェクション用光学系全体図。

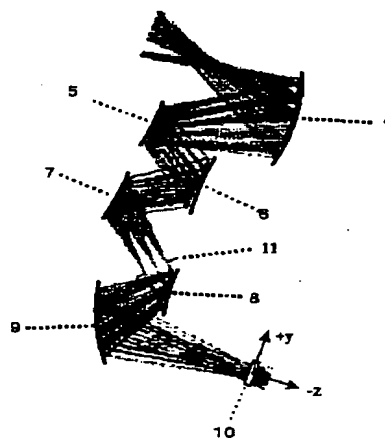
【符号の説明】

- 1：スクリーン
- 2：平面ミラー
- 3：平面ミラー
- 4、5、6、7、8、9：自由曲面ミラー
- 10：液晶表示デバイス
- 11：開口
- 13：偏心フレネルレンズ板
- 14：レンチキュラー板
- 16、17、18、19、20：自由曲面ミラー
- 21：DMD表示デバイス
- 22：入口開口
- 23：スクリーン
- 24：平面ミラー
- 25：リアプロジェクション装置外装
- 26：リアプロジェクション装置外装

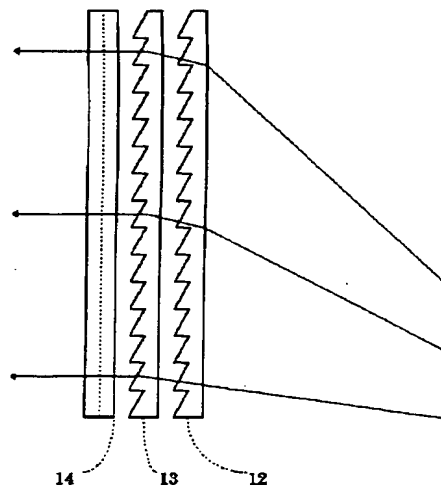
【図1】



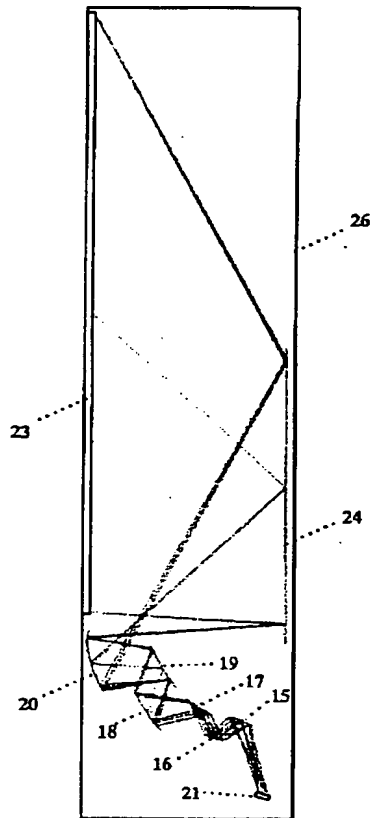
【図2】



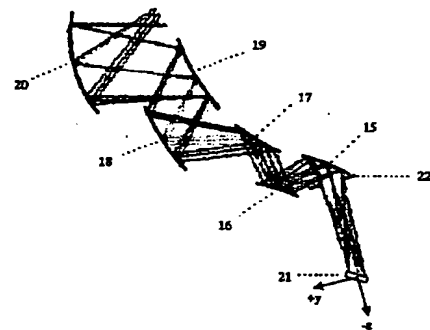
【図3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

